한국지형공간정보학회지
(Journal of the Korean Society for Geospatial Information System)
Vol.20 No.4 December 2012 pp.105-115

ISSN: 2287-6693(Online)
ISSN: 1598-2955 (Print)
http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2012.20.4.105

연구논문

지하공간정보 통합 인프라 구축을 위한 표준화방안 및 활용성에 관한 연구

A Study of Standardization for Establishing Integrated Infrastructure of Underground Space Information and its Availability

석철호* · 강유라** · 장용구*** · 강인준****
Seok, Cheol Ho · Kang, Yu Ra · Kang, In Joon · Jang, Yong Gu

要 旨

현재, 국내에서의 건설분야는 지상영역에서 지하공간개발영역으로 변화하고 있다. 이와 함께 지하공간개발 추진시 난개발, 환경오염 등의 문제점들은 매우 중요한 화두가 되고 있다. 이러한 시점에서 지하공간을 파악할 수 있는 지하정보들의 활용이 급증될 것으로 예상되고 있다. 그러나, 아직 국내에서의 지하정보는 기관별 개별적으로 구축·관리 하고 있어 통합 활용이 어려운 실정이다. 그러므로 지하공간정보의 통합 활용이 필요한 시점에서 지하정보들의 통합 인프라 구축을 위해서는 통합 DB표준화가 반드시 실행되어져야 한다. 본 연구에서는 각 각의 지하정보들을 기반으로 지하공간정보 인프라 구축 통합 표준화 활용 방안을 연구하였다. 연구결과 지하공간정보 통합 표준화 내용으로는 지층별 표준화, 단위체계 표준화, 지하공간정보 연계 표준화를 제시하였으며 활용성 검토를 위해 각 기관의 전문가들에게 설문조사를 실시한 결과 높은 활용성이 검증 되었다.

핵심용어 : 지하공간정보, 통합, 인프라, 표준화

Abstract

Today, the domestic construction area has changed from the ground development area to the underground space development area. In addition, the problems of sprawling development and environmental pollution in the process of developing underground space have become significant. In the circumstances, it is expected that the use of underground space information, which helps to understand underground space, will be on the sharp rise. However, the underground information in Korea is separately established and managed by each institution, and it is difficult to use the information in an integrated way. Therefore, at the time when the information on underground space is integrated, it is required to perform the integrated DB standardization in order to establish the integrated infrastructure of underground space information. In this work, this researcher studied a plan of using the standardization of the integrated infrastructure of underground space information. As a result, this work suggested standardization of each geologic stratum, standardization of unit systems, and standardization of the connection of underground space information regarding the standardization contents of underground space information integration. To examine its availability, this researcher conducted a questionnaire survey with experts of each institution. As a result, the suggested plan was found to be have high availability.

Keywords : underground space information, Integration, Infrastructure, Standardization

1. 서 론

최근 들어 3차원 지하공간정보 활용에 관한 국내·외 관심이 급증함에 따라 지하공간정보의 활용에 대한 필요성이 급증하고 있다. GTX, 지하공간개발, 터널 등 건설분야의 지하공간정보 개발 추진시 필요성이 높아가고 있으며, 국지적인 집중호우로 인한 급경사지의 산사태, 지진 발생 가능성이 높아감에 따라 방재용 통합

2012년 11월 8일 접수, 2012년 12월 11일 수정, 2012년 12월 21일 채택
* 정회원 · 부산대학교 토목공학과 박사수료(Member, Pusan National University, idid0327@yahoo.com)
** 교신저자 · 부산대학교 공간정보협동과정 석사과정(Corresponding author, Pusan National University, niobe1@nate.com)
*** 정회원 · 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원/공학박사(Member, KICT, wkddydrn@kict.re.kr)
**** 정회원 · 부산대학교 사회환경시스템공학과 교수(Member, Pusan National University, ijkang@pusan.ac.kr)

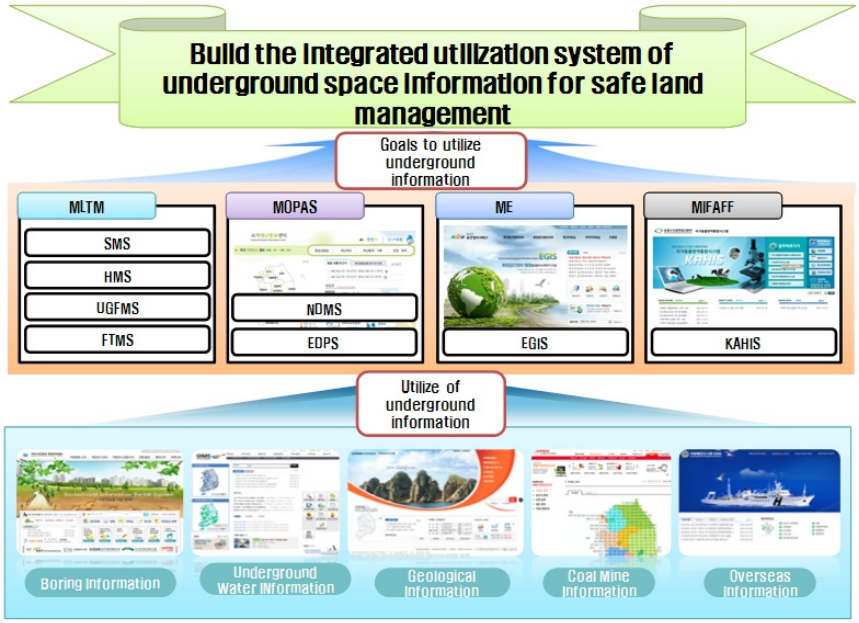

Figure 1. Underground Space Information Combined Utilization System Conceptual Diagram (source: Cooperative Meetings by Related Institutions for Underground Space Accidents)

지하정보 활용의 필요성이 대두되고 있다. 이와 같이 다양한 지하정보들은 관리기관 별로 개별적으로 관리되고 있는 실정이어서 그 활용도를 향상시키는데 한계성을 가지고 있으며, 지하정보 통합 표준화 활용이 필요한 시점에서 매우 큰 문제가 되고 있다. 그러므로 지하공간개발, 지하수원보전 등 지하공간정보의 활용이 급증하고 있는 시점에서 DB 확대 구축 및 지하정보 통합화를 통한 지하공간정보 활용 향상을 도모해야 한다.

그러나 개별 기관별로 보유하고 있는 지하정보는 상호 공유가 되지 않고 있어 지하공간정보 활용 측면에서 매우 비효율적인 관리가 이루어지고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 국토해양부에서는 범국가적인 차원의 지하공간정보 통합활용체계 구축 사업을 계획하고 있다.

Figure 1은 국토해양부의 지하공간정보 통합활용체계 구축 사업의 개념도를 보여준다.

따라서, 이와 같은 범국가적인 차원의 지하공간정보 통합체계 구축이 가시화되고 있는 시점에서 각각의 지하정보들을 기반으로 지하공간정보 통합 인프라 구축 및 활용을 위한 표준화 방안의 마련은 반드시 필요하다.

1.1 연구동향

본 연구를 위하여, 지하공간정보 구축·활용에 관한 국내외 연구동향을 파악하였다. 국내의 경우, 국토지반정보를 중심으로 각 기관별 지하정보들의 통합 및 향후 국토지하정보 연계·유통의 미래상제시에 관한 연구(Jang, Young Gu at all, 2009), 국토지반정보와 지질정보를 통합·활용하여 국토지하정보의 표준화에 의한 구축 방법 제시와 지식기반커뮤니티 구축 연구(Song, Seok Jin, 2011) 또한, GIS기반의 지반 및 지하공간정보를 관리 및 활용할 수 있는 통합 시스템을 개발하여 도심지 지역을 대상으로 적용한 연구(Kim, han Seam at all, 2010) 등의 연구가 진행되었다.

국외에서는, 미국의 지질조사국에서 지질도의 구축을 위해 심볼, DB, 용어 등 표준화를 통해 구축되는 자료의 상호 교환이 가능하도록 표준안을 제시(USGS, 1998)하고 있으며, NGES(National Geotechnical Experimentation)프로그램을 통하여 지질공학 데이터를 무료로 제공하고 있다.(NGES, 2011)

영국의 지반 및 지구환경 전문가협회(AGS, The Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists)에서는 시추조사 성과를 표준화하여 파일형태로 제공하고 있다.(AGS, 1991) 또한, 일본 건설종합센터는 시추조사 자료의 기입방법, 등록양식 등에 관한 통일안으로 '지질조사자료정리요령(안)'을 마련, 시추정보 DB표준을 제시하였다.(JaCIC, 2004)

국외의 경우 효과적인 지하정보의 구축과 표준화 활

용을 위해 많은 기관들이 노력하고 있었으며, 국내의 경우도 지하공간정보의 구축·관리·제공을 위하여 노력하고 있었다. 그러나, 지하공간정보 통합 구축·활용을 위한 연구의 경우 아직 국내외 모두 초기단계에 있었다. 그렇지만 현재 통합적인 지하공간정보의 활용의 필요성이 높아가고 있는 상황을 고려한다면, 통합·활용을 위한 표준화 연구는 반드시 필요하다.

1.2 연구 목적

본 연구에서는 각 기관별 시추정보와 탄광정보, 지하수정보, 지질정보, 해저정보 등의 모든 기관의 지하정보 DB현황을 파악하고 DB표준(안)을 만들어 지하정보 통합 표준화방안과 지하공간정보 통합 인프라 활용방안을 제시하고자 한다.

1.3 연구방법

각 기관별 지하공간정보 통합 인프라 구축을 위한 표준화 방안 제시를 위하여, 먼저 각 기관별 DB구조를 파악하고 통합 연계가 가능한 DB를 추출하여 분류한 후에토층과 암층의 지층별 표준화, 단위체계 표준화, 지하공간정보 연계 표준화를 바탕으로 효과적인 지하공간정보 통합 DB표준화 체계를 제시하였다. 마지막으로 본 연구에서 제시한 표준화 체계를 통한 지하공간정보 통합 DB활용 방안을 제시 하였다.

Figure 2는 본 연구의 흐름도를 보여주고 있다.

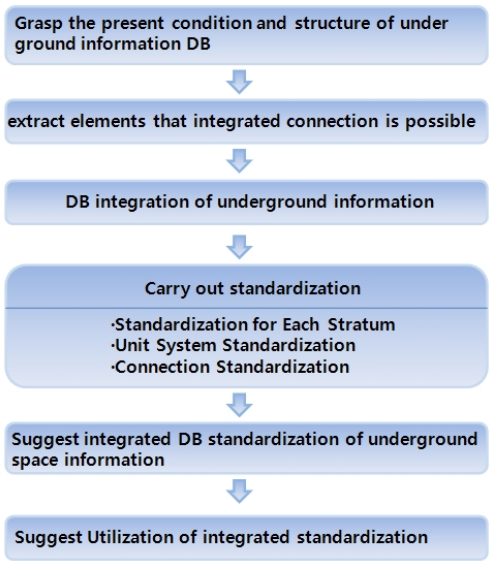

Figure 2. Research Flow Chart

2. 지하공간정보 현황 및 DB 통합

지하공간정보의 통합 표준화를 위해 각 기관별 지하정보 DB 구축 현황 및 활용 현황을 파악하고 통합 지하공강정보 DB 구축을 위한 지하정보 별 통합요소들을 추출하였다.

2.1 기관별 지하정보 DB구축 및 활용 현황

국가 부처별 지하정보 구축 수행 현황을 살펴보면, 먼저 국토해양부에서 추진 중인 한국건설기술연구원의 국토지반정보 DB구축사업을 통하여 2012년 현재까지 약 14만공을 구축하고 있으며, 초기 국토관리청 보유의 시추정보가 구축하여 국토지반정보포털시스템(https://www.geoinfo.or.kr)을 통하여 시추정보를 제공하고 있다. 공간정보와 속성정보로 구성된 시추정보는 GIS DB로 구축되고 있다. 시추조사를 통하여 분석된 결과의 정보인 지층정보, 지하수위, 공학정보 등 지하의 공간정보와 프로젝트정보, 시추공정보, 시험정보인 속성정보로 구성되어 있다.

Table 1. Current State for the Utilization of Underground Space for Each Institution

Institutions	The present condition of utilization
KICT (Boring Information)	Utilize it in all the construction projects ranging from planning of construction work including all kinds of public works for construction of roads, bridges, and dams or housing construction to design, construction, and maintenance.
KIGIM (Geological Information)	Utilize the professional information related to geological features that ordinary persons cannot get easily in the various fields using GIS technology.
KORES (Coal Mine Information)	Utilize it the mineral resources, environment, engineering construction, safety, and mine examination fields.
KWATER KR (Underground Water Information)	Grasp the characteristics of rock floors through underground water level and geological columnar section of the applicable boring location, review development-prearranged areas, the present condition of sea water penetration and water level of areas of interest, can review the present condition of water quality, can predict underground water content and the quantity that it can be developed.
KHOA (Overseas Information)	Utilize marine geographic information more efficiently and synthetically by connecting it to the business system related to its production and treatment.

탄광정보는 한국광물자원공사에서 국가광물자원지리정보망(KMRGIS)을 통하여 제공되고 있다. 국가광물자원지리정보망에서는 광산지질도, 갱내도, 시추탐사도 및 광업지적별 공사 보유자료, 도면구축현황과 보고서를 제공하고 있다.

지하수정보는 한국수자원공사의 국가지하수정보센터 국가지하수관측망과 한국농어촌공사의 농어촌지하수넷에서 관리되고 있다.

지질정보는 한국지질자원연구원에서 운영 중 인 지질정보시스템을 통해 제공 되고 있으며, 1:5,000 수치지질도를 기반으로 정보가 제공되고 있다. 또한, 지질시추정보는 약 1000공정도 구축·관리 되고 있다.

해저정보는 국립해양조사원에서 구축·관리하고 있다. 또한, 1m이내의 표토층의 지층정보가 구축되어 제공되고 있으며, 보안상문제로 국가기관에서만 활용되고 있다.

Table 1은 각 기관별 지하정보 관리·제공시스템의 지하공간정보 활용 현황을 정리한 표이다.

Table 1에서 볼 수 있듯이 지하공간정보의 경우 기관별 독립적 관리가 되고 있어 통합·활용이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

2.2 통합 지하공간정보 구축을 위한 DB 추출

본 연구를 위하여 각 기관별 지하정보인 시추정보, 탄광정보, 지하수정보, 지질정보, 해저정보의 DB구조를 분석 한 후에 각 기관별 통합 표준화에 적합한 DB Table을 추출하였다. 원래 여러 개의 Table로 나누어져 있던 시추정보와 탄광정보는 Table 2,3,4와 같이 위치정보, 심도정보, 속성정보, 시험정보를 추출하였고 지하수정보는 위의 공통된 정보 외에 수질정보를 추출하였다. 그리고, Table 5의 지질정보는 수치지질도로 제공되고 있어 Layer정보로 추출하였으며, 해저정보는 정보의 활용성이 떨어져 통합 지하공간정보에 포함시키지 않았다.

Table 2. Boring Information DB

Article	Table	Content	Type	Remarks
Location Info	LOCATION TM	TM X	NUMBER	
		TM Y	NUMBER	
	LOCATION UTM	UTM N	NUMBER	
		UTM E	NUMBER	
	LATITUDE LONGITUDE LOCATION	LOCATION LATITUDE	NUMBER	
		LOCATION LONGITUDE	NUMBER	
Depth Info	DFS INFO	DEPTH FROM	NUMBER	
		DEPTH TO	NUMBER	
		HOLE CODE	CHAR	
Attribute Info	PROJECT INFO	PROJ NAME	VARCHAR2	
		PROJ RANGE	NUMBER	
		HOLE NUMBER	NUMBER	
		PROJ GOAL	VARCHAR2	
	ROCK LAYER INFO	ROCK LAYER NAME	VARCHAR2	
	SOIL LAYER INFO	SOIL LAYER NAME	VARCHAR2	
	HEADER	HOLE NAME	VARCHAR2	
		HOLE PURPOSE	VARCHAR2	
		HOLE EL	NUMBER	
		HOLE TOTAL DEPTH	NUMBER	
		HOLE WL	NUMBER	
		HOLE INSPECTED BY	VARCHAR2	
		HOLE BORING METHOD	VARCHAR2	
		HOLE DIA	VARCHAR2	
	LAYER INFO	LAYER DEPTH FROM	NUMBER	
		LAYER DEPTH TO	NUMBER	
		LAYER SCIENCE NAME	VARCHAR2	
		LAYER SOIL COLOR	VARCHAR2	
Test Info	SPT	DEPTH SPT	NUMBER	
		SPT N	NUMBER	
		SPT DEPTH	NUMBER	
		HOLE CODE	VARCHAR2	

한국건설기술연구원의 시추정보의 경우 시추공코드를 기반으로 사업정보, 지형·지질정보, 시추정보, 시험정보가 관계형 데이터베이스로 관리되고 있었다.

Table 3. Coal Mine Information DB

Article	Table	Content	Type	Remarks
Location Info	PROJ RGN	PROJRGN CODE	CHAR	
Depth	DRIL LOC	DRILPLN	FLOAT	

Info		LENGTH		
		DRILCMP LENGTH	FLOAT	
Attribute Info	DRIL INFO	DRIL ELEN	FLOAT	
		DRIL DIR	INT	
		DRIL ANGLE	INT	
		DRIL LOCATION	CHAR	
		DRIL CORING	CHAR	
		DRIL START	DATA	
		DRIL COMPLETE	DATA	
		DRIL HOLENO	VCHAR2	
		DRIL CODE	CHAR	
	GEOLUNIT INFO	START CODE	CHAR	
		GEOLUNIT CODE	CHAR	
		GEOLUNIT NAME	VCHAR2	
		GEOLUNIT CLASS	CHAR	
		GEOLUNIT AGE	CHAR	
		GEOLUNIT TYPE	CHAR	
Test Info	SMPL	SMPL TYPE	CHAR	
		SMPLNO TEXT	VARCHAR2	
		SMPL CODE	CHAR	
		SMPL WIDTH	NUM	
		SMPL DEPTH	NUM	
		SMPL LENGTH	NUM	
Rock Info	GEOL UNIT	GLNOTE TYPE	CHAR	
		GEOLUNIT CLASS	CHAR	
		GEOLUNIT TYPE	CHAR	

시추공코드 기반으로 연결되고 있었으며 지층정보와 함께 암층정보 DB로 관리되고 있다.

Table 4. Underground Water Information(Kwater) DB

Article	Table	Content	Type	Remarks
Location Info	LITD DG	-	NUMBER(3)	
	LITD MINT	-	NUMBER(3)	
	LITD SC	-	NUMBER(3)	
	LTTD DG	-	NUMBER(3)	
	LTTD MINT	-	NUMBER(3)	
	LTTD SC	-	NUMBER(3)	
	ELEV	-	NUMBER(3)	
Depth Info	DFH	-	NUMBER(10,2)	
	DIG DIAM	-	NUMBER(10,2)	
	RWT CAP	-	NUMBER(13,3)	
Water Level Info	NAT WTLV	-	NUMBER(10,2)	
	STB WTLV	-	NUMBER(10,2)	
Water Quality Info	POTA YN	-	CHAR(1)	
	STNUM DEAL YN	1:O 0:X	CHAR(1)	
	LAST QW ISP RT	1:O, 0:	CHAR(1)	

Table 5. Geological Information DB

Article	Table	Content	Type	Remarks
Location Info	LATITUDE LONGITUDE	EAST LONGITUDE X	NUMBER	
		NORTH LATITUDE Y		
Depth Info	-	-	-	
Attribute Info	LAYER INFO	Alluvium	VCHAR2	
		Colluvium	VCHAR2	
Test Info	-	-		
Rock Info	Sedimentary	Shale	CHAR	
		Sandstone	CHAR	
		Conglomerate	CHAR	
		Mixed clastic/coal	CHAR	
		Limestone	CHAR	
	Igneous rock	Granite	CHAR	
		Foliated granite	CHAR	
	Metamorphic rock	Phyllite	CHAR	
		Pebble bearing Phtlltitc Rock	CHAR	
		Biotite gneiss	CHAR	
		Amphibolite	CHAR	

위치기반의 수위정보, 수질정보 등의 DB가 관리되고 있었으며, 타기관과 연계·위치정보를 경위도 좌표로 관리하고 있었다.

3차원의 타 기관의 지하공간정보와는 다르게 2차원 종이에 지도형식으로 관리되고 있으며, 2차원 평면정보로 활용이 가능하였다.

지하공간정보 DB의 항목구성시 공간정보부분에서는 위치정보인 TM, UTM, 경위도 좌표와 심도정보로 구성하였다. 또한, 속성정보는 시추정보를 기준으로 프로젝트정보, 암석지층, 지반지층정보, 시추공정보로 분류하였다. 시험정보의 경우 표준관입시험정보를 모든 시험정보에 대하여 속성정보를 구축하였으며, 이 중 표준관입시험정보의 DB추출 내용을 Table 2에서 제시하였다.

3. 지하공간정보통합 DB 표준화 적용

3.1 지하공간정보 지층별 표준화

지하공간정보 지층별 표준화 수행을 위해 지층을 구분하면 크게 토층과 암층으로 나눌 수 있다. 토층의 경우 국토해양부 지침인 '지반조사성과전산화및활용에관한지침'에 의해 한국건설기술연구원에서 토층의 표준으로 제공 중인 시추정보 표준양식을 적용하였다.

Figure 3은 한국건설기술연구원에서 제시한 토층 표준화 내용을 보여준다.

USCS Classification

CODE	NAME
GW	Gravel with good grain size-sand mixed soil
GP	Gravel with bad grain size-and mixed soil
GM	Silty gravel
GC	Clayey gravel
SW	Gravel with good grain size
SP	Gravel with bad grain size
SM	Silty sand
SC	Clayey sand
MH	Inorganic silt
ML	Inorganic silt, Superfine fibres
CH	Inorganic clay of high plasticity
CL	Inorganic clay
OH	Inorganic clay of average plasticity
OL	Organic silt and silty clay
PT	Peat and high organic clay
RS	Weathering soil
WR	Weathered rock
SR	Soft rock
MR	Normal rock
HR	Hard rock
XR	Super hard rock

Classification of stratum names

Stratum names
Reclamation soil
Deposit soil
Colluvial soil
Alluvial soil
Residual soil
Weathering soil
Weathered rock
Weathered rock
Normal rock
Hard rock

Figure 3. Soil Stratum Information Standard(Draft)

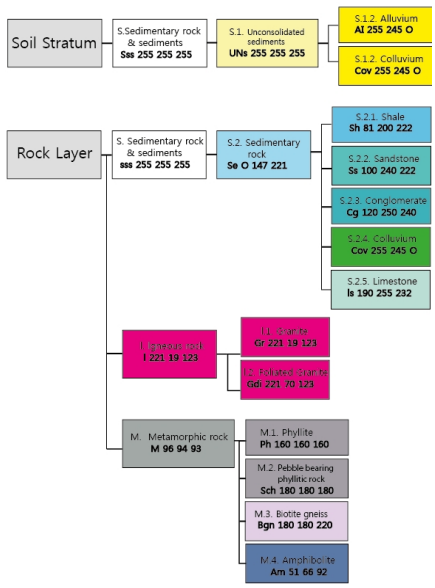

Figure 4. Geological Information Standard (Draft)

Table 6. Underground Space Information Standardization for Each Stratum

Classification	Boring Information	Geological Information
Soil Stratum	Reclamation soil	Colluvium
	Deposit soil	
	Colluvial soil	
	Alluvial soil	Alluvium layer
	Residual soil	
	Weathering soil	
Rock Layer	Weathered rock	Sedimentary rock
	Soft rock	
	Normal rock	
	Hard rock	Igneous rock
	Super hard rock	Metamorphic rock

암층의 경우 한국지질자원연구원에서 개발한 지질공학정보 야외정보 기록 표준양식을 적용하였다.

Figure 4는 한국지질자원연구원에서 제시한 암층 표준화 내용을 보여준다.

따라서, 토층과 암층의 표준을 적용한 지하공간정보 지층별 표준화 내용은 Table 6과 같다.

3.2 지하공간정보 단위체계 표준화

본 연구에서는 지하공간정보의 표준 통합DB구축을 위해서는 단위표준화도 매우 중요하다. 따라서, 본 연구에서는 단위표준화를 추진하였다. Table 7, 8은 단위표준화 내용 중 토사시험의 삼축압축시험과 암반시험

Table 7. Triaxial Compression Test Unit System Standardization

Soil Test		
Article	Construction use unit	Standardization
Adhesive power	Mpa	kgf/㎠
Moisture Content	%	%
Dry weight	N/m3	kgf/㎠
Saturation	%	%
Void ratio	None	None
Minimum principal stress	Mpa	kgf/㎠
Maximum principal stress	Mpa	kgf/㎠
Beginning diameter	m	cm
Beginning length	m	cm

Table 8. Rock Triaxial Compression Test Unit System Standardization

Rock Test		
Article	Construction use unit	Standardization
Depth	m	-m
Adhesive power	Mpa	kgf/㎠
Internal friction angle	°	°
Tensile strength	Mpa	kgf/㎠
Diameter	m	cm
Length	m	cm
Confining pressure	Mpa	kgf/㎠
Maximum strength	Mpa	kgf/㎠

의 암석삼축시험에 대한 단위 표준화를 구축한 모습을 보여준다.

단위표준 내용 중 중력의 단위인 N/m^3를 kgf/cm^3으로 변환하였다.

3.3 지하공간정보 연계 표준화

지층별 표준화를 기준으로 각 기관별 연계 표준화를 위한 매핑Table을 구축하였다. 통합 DB화되어 제공되는 지하공간정보의 경우 통합 표준화된 정보로 제공되어야 한다. 따라서, 통합 정보 구축을 위해서는 연계 표준화가 이루어져야 하며, 이를 위해 본 연구에서는 연계 통합 정보 제공을 위한 매핑Table을 구축하였다.

Table 9는 기관별 연계 표준화 매핑Table을 보여준다.

토층은 매립토층, 퇴적토층, 붕적토층, 충적토층, 잔적토층, 풍화토층을 기준으로 시추정보, 탄광정보, 지하수정보에 공통으로 속하는 정보를 연계·매칭 Table을 작성하였다. 암층 역시 퇴적암, 화성암, 변성암을 기준으로 각 기관별 연계·매칭 Table을 작성하였다.

3.4 지하공간정보 통합 DB표준화

Table 10은 지하공간정보의 토층정보, 암층정보, 지하수정보, 시험정보를 통합하여 DB표준화 Table과 속성정보와 DB TYPE을 만들었다.

Table 9. Connection Standardization Mapping for Each Institution

Boring Info		Integration DB		coal mine Info		Under ground water Info
Soil stratum		Soil stratum		Soil stratum		Soil stratum
Reclamation soil	→	Reclamation soil	←	-	←	-
Deposit soil	→	Deposit soil	←	-	←	-
Colluvial soil	→	Colluvial soil	←	-	←	-
Alluvial soil	→	Alluvial soil	←	-	←	-
Residual soil	→	Residual soil	←	-	←	-
Weathering soil	→	Weathering soil	←	-	←	-
Rock Layer		Rock Layer		Rock Layer		Rock Layer
Weathered rock	→	Sedimentary rock	←	Granite diorite	←	Sedimentary rock
				Rhyolite		
				gneiss		
				Topsoil		
				Limestone		
				Dolostone		
				Skarn		
Soft rock		Igneous rock		Andesite		Igneous rock
				Phyllite		
				Slate		
Normal rock	→		←	Granite	←	
Hard rock				Diorite		
				syenite.		
				Basalt		
				Quartzite		
Super hard rock	→	Metamorphic rock	←	chert	←	Gneiss
				Fracture zone		

Table 10. Underground Space Information Combined DB Standardization

Article	Standardization	Attribute Info	Type	Remarks
Soil stratum Info	Reclamation soil	sand mixed soil	VARCHAR2	
	Deposit soil	sand mixed soil	VARCHAR2	
	Colluvial soil	Silty gravel	VARCHAR2	
	Alluvial soil	Clayey gravel	VARCHAR2	
	Residual soil	Silty sand	VARCHAR2	
	Weathering soil	Clayey sand	VARCHAR2	
Rock Layer Info	Sedimentary rock	Shale	CHAR	
		Igneous rock	CHAR	
		Metamorphic rock	CHAR	
		Mixed clastic/coal	CHAR	
		Limestone	CHAR	
	Igneous rock	Granite	CHAR	
		Foliated granite	CHAR	
	Metamorphic rock	Phyllite	CHAR	
		Pebble bearing phyllitic rock	CHAR	
		Biotite gneiss	CHAR	
		Amphibolite	CHAR	
Underground water Info	Sedimentary rock	Shale	CHAR	
		Igneous rock	CHAR	
		Conglomerate	CHAR	
		Mixed clastic/coal	CHAR	
		Limestone	CHAR	
	Igneous rock	Granite	CHAR	
		Foliated granite	CHAR	
	Gneiss	Metamorphic rock	CHAR	
Test Info	SPT	SPT N	NUMBER	
	CLASSIFICATION	SIEVE ANALYSIS	NUMBER	
	CONSOLIDATION	CU	NUMBER	

4. 통합 지하공간정보 활용성 검토

4.1 통합 표준화 전문가 의견 검토

지하공간정보통합 DB표준화 활용성의 검토를 위하여 지층별, 단위체계, 각 기관별 연계 표준화와 관련하여 설문조사를 실시하였다. 설문대상자는 Table 11과 같이 다양한 분야의 관·산·학·연 전문가와 실무자로 구성하며, 총 10명의 의견을 수렴하여 활용성을 검토하였다. Figure 5의 설문조사 문항의 내용을 살펴보면, 1,2번문항은 지하공간정보 DB표준화 구축의 활용효과와 활용성에 관련된 질문을 하였으며, 3번문항은 DB표준화에 따른 각 기관별 맞춤형DB변환의 Data형식 질문, 4번문항은 지하공간정보 DB표준화에서 어떤 정보가 추가되면 더 효과적인지를 조사, 마지막으로 5번문항에서는 어느 분야에서 활용성이 가장 높은지를 조사하였다.

Table 12는 지하공간정보통합 DB표준화 활용방안과 관련한 설문결과 표이다.

Question 1) Do you think which function of the utilization effects will be higher if integrated DB and standardization of underground space information is built?
① Information provision and management of underground space ② Its utilization as reference data in establishment of plans ③ search/provision of underground water levels ④ Utilization of geologic characteristics-based underground information ⑤ Others

Question 2) Do you think how much integrated DB standardization of underground space information can be utilized?
① very much ② can be utilized ③ can be a little bit utilized ④ average ⑤ cannot be utilized

Question 3) Do you think what changes of the data form is most effective if the national standard DB is changed to customized DB by institution to provide integrated standardization information of the customized underground space information by institution?
① CAD file form ② Image file form ③ Text file form ④ Web text form (XML) ⑤ Others

Question 4) Do you think which information is more effective if it is added in integrated standardization of underground space information?
① Underground water level information ② Soil stratum and bedrock distribution chart ③ N value distribution chart by depth ④ Test information ⑤ Others

Question 4) Do you judge which field's utilization is higher in the result of integrated standardization result of underground space information?
① Environmental conservation and disaster prevention field ② construction plans and selection of mjor positions ③ Academic research ④ Construction and maintenance ⑤ Others

Figure 5. Survey form

Table 11. Survey Participants

Institutions Name	Survey(Number)
Public Institutions	3
construction firm	2
Researcher	3
University	2

Table 12. Survey Results

Question	The number of selection by answer item				
	①	②	③	④	⑤
1	3	5	1	2	
2	6	2	1	1	
3	2	2	3	2	1
4	0	5	4	1	
5	3	7			

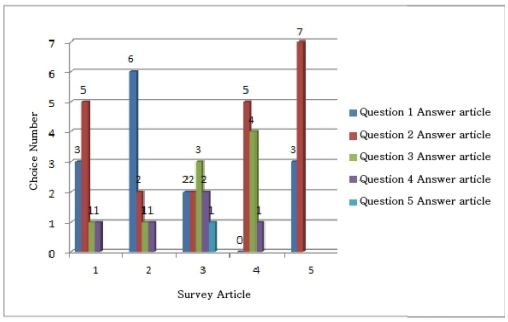

Figure 6. Statistical Results

Figure 6은 지하공간정보 통합DB 표준화설문조사의 통계 결과를 그래프로 나타내었다. 결과를 살펴보면 활용도에 관한 문항인 1번과 2번에서의 답변인 지하공간정보통합 DB표준화 활용도가 높을 것이라는 항목에 집중된 것으로 보아 본 연구에서 제시한 지하공간정보 통합 DB표준화의 활용도는 매우 높은 것으로 나타났다. 또한, 활용분야에 관련된 문항인 5번의 답변결과 건설계획 및 주요입지물 선정, 환경보존 및 방재분야에서 많이 활용되어 질 것으로 나타났다.

4.2 통합 지하공간정보 활용방안

본 연구는 지하공간정보 통합 DB표준화 연구결과를 기반으로 지하공간정보 통합 표준화 활용방안 및 기대효과를 분야별로 검토하였다.

지하공간정보 통합 표준화의 각 분야별 활용방안 및 기대효과를 살펴보면, 건설분야에서는 보다 정확한 토층과 암층의 지하공간정보를 활용한 지하공간모델 구축 제공이 가능하여 기존의 2차원 기반의 검색에서 입체적으로 토층과 암층의 지층별 모습을 구현하여 지하공간정보의 가시화를 보다 향상시킬 수 있다.

Figure 7은 지층별 지하공간모델 가시화를 통해 지하공간 지층단면도를 보여주고 있다.

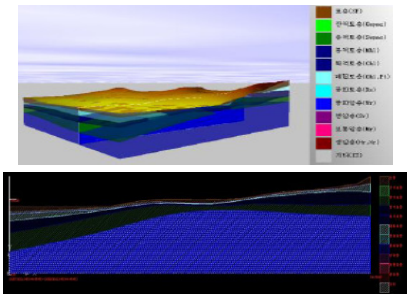

Figure 7. Underground space cross sectional Diagram for Each Stratum

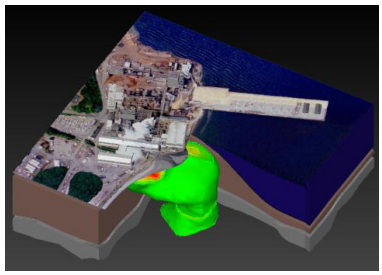

Figure 8. N-figure Information Mapping

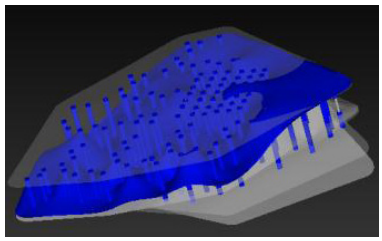

Figure 9. Underground Water Modelling

또한, 국토의 효율적인 개발과 이용 및 관리가 가능해지고, 도시의 건설계획 및 주요시설물 입지선정의 기반 조성이 가능하다. 그리고, N치 정보 분석과 공학적인 지반분석으로 설계 및 시공 사업시 업무 효율성 증대 및 안정 설계와 함께 비용 절감이 가능하다.

Figure 8은 N치정보를 매핑한 3차원 가시화를 보여준다.

국가시설물 관리분야에서는 지하공간의 효과적인 개발로 인해 지하시설물의 매설위치의 최적 위치선정과 지하와 지상의 시설물의 유지관리와 피해저감의 예상되었다.

마지막으로, 환경 및 방재분야에서는 표준화된 지하정보를 기반으로 지하수위 분석을 통해 방치공관리, 무분별한 시추방지로 인한 환경보존과 지하공간정보 활용을 통한 재해예방 및 재해발생시의 신속 대응 및 복구 등에 활용 될 수 있었다.

Figure 9는 지층정보 위에 지하수정보를 중첩한 지하수 모델링 모습을 보여준다.

이와 같이, 각 기관별로 관리되고 있는 지하공간정보의 통합 표준화를 기반으로 지하공간의 총체적 파악 및 분석 제공이 가능하여 건설, 지하시설물, 환경, 방재 등의 분야에서 활용성이 매우 기대 된다.

Table 13은 지하공간정보 통합 표준화 활용방안의 기대효과를 정리한 것이다.

Table 13. Underground Space Information Combined Standardization Expectation Effect

Field	Expectation Effect
Construction	• Can build and provide underground space models by realizing figures by stratum of soil stratum and rock formations • Develop, use, and manage national land effectively • Plan city construction and construct foundation to select facilities' position • Design by information analyses of N value and engineering surface analyses and economic cost reduction of construction fields
Facility management	• Select optimal location of underground facility laying • Maintain underground and ground structures and reduce damage
Environment and disaster prevention	• Manage left balls through analyses of underground water level • Environmental preservation by prevention of thoughtless boring • Disaster prevention by utilizing underground space information • Prompt response and restoration when disasters occur

5. 결 론

각 기관별 지하공간정보 통합 표준화의 체계적인 방안을 위한 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 지층을 구성하는 구분을 크게 토층과 암층으로 구분하였으며, 토층정보와 암층정보를 기준으로 표준화를 만들었다.

둘째, 한국건설기술연구원과 지질자원연구원의 단위체계를 바탕으로 건설현장에서 사용되는 단위체계 표준화와 각 기관별 연계 통합 DB제공을 위하여 매핑 Table을 구축하였다.

셋째, 지하공간정보 통합 DB표준화 활용성 검토를 위해 각 분야별 전문가들의 설문조사를 실시하였다. 이를 통해 지하공간정보통합 DB표준화의 활용성이 매우 높은것을 확인할 수 있었으며, 추가적인 연구 방향을 고찰하였다.

본 연구는 다가오는 지하공간개발 시대를 대비하여 통합 지하공간정보 활용을 위한DB표준화를 제시하였으며, 앞으로 제시된 연구결과를 기반으로 연구 모델지역선정 및 연구과정에서 도출되는 성과를 지속적으로 제시할 것이다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 지진 및 지진해일 피해저감기술 개발사업의 연구비지원(NEMA-지진-2012-1)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. AGS, http://www.ags.org.uk/
2. Bobrowsky, P.T., 2002, Geoenvironmental mapping: methods, theory and practice, AA Balkema, Lisse.
3. Jang, Young Gu · Lee, Jun Woo · Park, Sang Young, 2009, Link and integration of national underground information based on 3d geotechnical information gis db, The Korean Society for GeoSpatial Information System, pp.203-204.
4. JaCIC, http://www.jacicnet.jacic.or.jp/
5. Kim, han Seam · Chun, Sung Ho · Chung, Choong Ki, Development of integrated system for management and application of geo-information and underground structures/facilities information based on gis, Korean Society of Civil Engineers, pp.370-373.
6. Korea institute of construction technology, 2010, 2010 Construction boarhole information DB, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, pp.55-66.
7. Korea institute of construction technology, 2010, 3-d National underground information application guide, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, pp.20-25.
8. Lee, Jun woo, 2011, A study on three dimensional representation through engineering standardization for soil and rock layers information , Dept. of Civil Engineering Konkuk University, pp.26-28.
9. Lee, Ji Young, 2011, A study on geotechnical information application system using 3d geo-spatial information technique, Dept. of Geographic Information System Graduate School Pusan National University, pp.1-7.
10. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010, National underground information part of construction application technique, pp.7-13.
11. National land information db portal and web distribution system, http://www.geoinfo.or.kr/
12. Nilsen, B., 2000, New trends in rock slope stability analyses, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 58, pp.173-178.

13. Song, Seok Jin, 2011, Standardization of 3-d national underground information and development of knowledge-Based community, Dept. of Civil Engineering Graduate School Pusan National University, pp. 27-31.
14. Turner, A.K., 2006, Challenges and trends for geological modelling and visualisation, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 65, pp. 109-111.
15. USGS, http://pubs.er.usgs.gov/